

Perbandingan Proyeksi Harga Saham Menggunakan *Fuzzy Time Series Tipe 1 dan 2*

Annisa Nur Hanifah¹, Winita Sulandari^{2*}, Hasih Pratiwi³

Program Studi Statistika, Universitas Sebelas Maret^{1,2,3}

*winita@mipa.uns.ac.id

Abstrak—Dalam peramalan harga saham, salah satu analisis yang dapat digunakan ialah menggunakan metode *Fuzzy Time Series (FTS)*, baik Tipe 1 maupun 2. Metode ini memiliki kelebihan di mana tidak diperlukannya asumsi-asumsi dan syarat pola tertentu sehingga fleksibel digunakan pada data apapun. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model peramalan harga saham PT. Gudang Garam Tbk. dengan metode FTS serta mengevaluasinya melalui nilai *Root Mean Square Error (RMSE)*. Penelitian ini bereksplorasi menggunakan dua cara yang berbeda, yakni dengan dan tanpa teknik *differencing*, mengingat data berpola tren. *Differencing* dilakukan sebanyak satu kali. Analisis ini menggunakan enam macam percobaan, yakni dengan dan tanpa proses *differencing*, di mana masing-masing teknik mencoba tiga interval yang berbeda, yakni 25, 40, dan 50. Hasil yang didapatkan ialah model peramalan dengan FTS Tipe 2 mendominasi dalam memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan FTS Tipe 1. Selain itu, meskipun metode FTS tidak memiliki syarat asumsi dan pola tertentu, tetapi analisis pada data saham ini memberikan hasil bahwa perhitungan dengan teknik *differencing* memberikan nilai RMSE yang cenderung lebih kecil. Model peramalan FTS Tipe 2 dengan teknik *differencing* sebanyak satu kali di mana menggunakan 25 macam interval dan panjang interval sebesar 304 ditetapkan sebagai model yang direkomendasikan dalam penelitian ini karena menghasilkan nilai RMSE terkecil, yaitu sebesar 327,45.

Kata kunci: *Fuzzy Time Series Tipe 1, Fuzzy Time Series Tipe 2, Saham, Analisis Runtun Waktu, Differencing*

I. PENDAHULUAN

Dunia perindustrian di Indonesia dimulai dari terbentuknya kawasan industri melalui Badan Usaha Milik Negara (BUMN) oleh pemerintah pada tahun 1970-an. Sekitar 20 tahun kemudian, perkembangan industri di Indonesia semakin berkembang pesat sejak sektor-sektor swasta diperbolehkan mengembangkan usahanya sendiri [1]. Di antara bermacam-macamnya industri yang terbentuk, salah satu industri yang berhasil bertahan dan berkembang hingga saat ini ialah industri yang bergerak dalam hasil tembakau, yakni rokok. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2021, persentase penduduk merokok usia di atas 15 tahun sebanyak 28,96%. Bilangan ini meningkat dari tahun sebelumnya yang sebesar 28,69%. Sejalan dengan ini, dalam hal jumlah perokok aktif, Indonesia kini naik peringkat, dimana sebelumnya menempati urutan ke-4 setelah Amerika Serikat, Rusia, dan China, kini menempati urutan ke-3 setelah China dan India [2].

Salah satu industri rokok yang berhasil mempertahankan eksistensinya hingga saat ini ialah PT. Gudang Garam Tbk. Tak hanya berhasil dalam lingkup lokal saja, produk yang dihasilkan juga melesat jauh hingga lingkup mancanegara sekalipun. Kondisi ini merupakan peluang yang bagus bagi para pelaku investor untuk ikut serta dalam industri ini, mengingat situasi perindustrian rokok yang senantiasa memiliki peminat/konsumen setianya sehingga dapat terus bertahan dalam jangka waktu yang panjang. Namun, hal yang perlu diperhatikan ialah bahwa pentingnya memiliki pengetahuan terlebih dahulu sebelum seseorang memutuskan untuk terjun menjadi seorang investor. Pasalnya, riset atau analisis merupakan hal yang krusial, tetapi seringkali diabaikan. Dunia investasi mengenal dua macam analisis, yakni analisis fundamental yang berkaitan dengan kinerja perusahaan dimana berimbas pada harga saham, serta analisis teknikal yang berkaitan dengan harga saham dengan memperhatikan kejadian di masa lampau [3].

Berdasarkan [3], harga saham dari waktu ke waktu, jika digambarkan dalam sebuah plot, cenderung mempunyai pola tren yang selanjutnya terulang kembali di masa yang akan datang. Jika suatu data berpola tren, maka untuk menganalisisnya perlu dikenakan *differencing* untuk mengubahnya menjadi stasioner [4].

Namun, tak menutup kemungkinan apabila harga saham memiliki pola lain. Grafik dari pola inilah yang digunakan untuk menganalisis harga saham ke depannya guna pengambilan keputusan oleh para investor.

Referensi [5] pernah menganalisis harga saham menggunakan metode ARIMA dengan *differencing* sebanyak satu kali dan metode Backpropagation tanpa *differencing*. Hasil yang diperoleh ialah metode ARIMA dengan menerapkan *differencing* memberikan hasil yang lebih akurat jika dibandingkan dengan metode Backpropagation yang tanpa *differencing*.

Dalam hal menganalisis data harga saham yang tergolong runtun waktu, terdapat banyak metode yang dapat digunakan di mana menyesuaikan pada pola yang terbentuk pada data tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan ialah metode *Fuzzy Time Series* (FTS). Metode ini memiliki dua tipe, yakni tipe 1 dan 2. Kedua tipe ini memiliki perbedaan pada penggunaan variabel yang digunakan. Jika analisis hanya menggunakan satu variabel, maka metode FTS Tipe 1 tepat untuk digunakan. Namun, jika analisis menggunakan lebih dari satu variabel, maka metode FTS Tipe 2 tepat untuk digunakan. Metode FTS Tipe 2 cenderung lebih kompleks dibandingkan FTS Tipe 1 karena menggunakan variabel yang lebih banyak sehingga memiliki kemungkinan yang lebih besar dalam menghasilkan hasil analisis yang lebih akurat [6].

Peramalan dengan metode FTS telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Selain memprediksi harga saham, metode ini dapat diterapkan dalam berbagai bidang lainnya. Dalam bidang elektro, metode FTS pernah diterapkan untuk meramalkan nilai kWh listrik untuk golongan tarif rumah tangga pada wilayah Provinsi Jawa Timur [7]. Dalam bidang meteorologi, metode FTS pernah diterapkan dalam memproyeksikan curah hujan di Kota Samarinda [8]. Dalam bidang properti, metode FTS pernah digunakan dalam memprediksi jumlah penjualan rumah pada suatu pengembang [9]. Dalam bidang pariwisata, metode FTS pernah diterapkan untuk mengestimasi pengunjung pada wisata Benteng Fort Rotterdam yang berada di Kota Makassar [10]. Bahkan, dalam bidang pertanian, FTS pernah digunakan pula untuk meramalkan pergeseran tanah jalur kereta api [11].

Metode FTS memiliki beberapa kelebihan, antara lain perhitungannya cenderung lebih mudah digunakan serta tidak memerlukan syarat pola dan asumsi-asumsi tertentu, berbeda dengan metode peramalan lainnya [12]. Oleh sebab itu, jika data masa lalu memiliki pola yang tren, maka analisis tidak mengharuskan untuk mengubahnya menjadi stasioner terlebih dahulu menggunakan proses *differencing*. Namun, perhitungan dengan metode FTS Tipe 1 dan 2 serta dengan atau tanpa proses *differencing* dapat menjadi pilihan yang menarik untuk dicoba dalam data runtun waktu, salah satunya diterapkan pada data harga saham PT. Gudang Garam Tbk.

Berdasarkan kombinasi analisis yang dilakukan, penelitian ini memperoleh informasi berkaitan dengan model peramalan menggunakan FTS Tipe 1 dan 2, baik menggunakan proses *differencing* maupun tidak. Selain itu, hasil peramalan masing-masing metode dapat dievaluasi guna mengetahui manakah metode yang cenderung memberikan hasil yang lebih baik.

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan mampu menjadi bahan rujukan dan tambahan wawasan bagi peneliti-peneliti selanjutnya yang tertarik dengan topik runtun waktu, khususnya berkaitan dengan FTS. Selain itu, dapat menjadi informasi dan pertimbangan juga bagi tiap orang yang tertarik untuk menanamkan sahamnya di sebuah perusahaan, khususnya PT. Gudang Garam Tbk.

II. METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Sumber Data Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif. Data yang digunakan ialah data harga saham PT. Gudang Garam Tbk. pada tahun 2021 per hari yang merupakan data sekunder di mana diperoleh dari *website Yahoo!Finance*. Terdapat tiga variabel data yang digunakan, yakni data *close* sebagai variabel FTS Tipe 1 serta data *high* dan *low* sebagai variabel FTS Tipe 2.

B. Peramalan

Peramalan merupakan suatu metode guna memproyeksikan kejadian atau nilai di masa depan dengan memperhatikan kejadian-kejadian atau data historis di masa lalu untuk mendapatkan keterkaitan, kecenderungan, dan pola yang sistematis. Empat kriteria yang harus dipenuhi dalam metode peramalan, yaitu data harus bersifat relevan, konsisten, akurat dan andal, serta tepat waktu [13].

C. Logika Fuzzy

Logika Fuzzy ialah suatu teknik pendekatan alternatif kecerdasan buatan di mana pemecahan masalahnya beroperasi dengan meniru pendekatan ahli manusia [14]. Algoritma ini diperkenalkan oleh Lotfi Zadeh yang mana menginterpretasikan pernyataan yang samar menjadi sebuah makna yang logis [15].

D. Himpunan Fuzzy

Himpunan Fuzzy merupakan perluasan dari himpunan klasik, di mana merepresentasikan adanya ambiguitas bahasa yang dikodekan oleh logika fuzzy [16]. Apabila semesta pembicaraan (U) pada himpunan klasik hanya dibagi menjadi dua kategori, yakni derajat keanggotaan 0 dan 1; sedangkan pada himpunan fuzzy derajat keanggotaan tidak hanya sebatas 0 dan 1 [16].

Himpunan Fuzzy A dalam U dapat dinyatakan dalam dua bentuk, yakni sebagaimana (1) dan (2).

$$A = \{(u, \mu_A(u)|u \in U\} \tag{1}$$

$$A = \left\{ \frac{\mu_A(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_A(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{\mu_A(u_n)}{u_n} \right\} \tag{2}$$

dengan μ_A ialah fungsi keanggotaan himpunan fuzzy A dan $u_i \in U$ untuk $i = 1,2,3, \dots, n$.

E. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan menunjukkan sifat samar dalam himpunan fuzzy. Fungsi keanggotaan merujuk pada pemetaan titik-titik input data ke derajat keanggotaan yang berkisar dari 0 hingga 1. Terdapat tiga fitur penting dalam fungsi keanggotaan, yakni *core*, *support*, dan *boundary*, yang secara terurut sebagai bagian utama, penunjang, dan batas [16].

F. Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan teknik mengubah suatu nilai yang berbentuk *crisp* menjadi berbentuk *fuzzy* yang berupa variabel linguistik. Adapun bentuk yang disajikan berupa himpunan fuzzy dengan masing-masing fungsi keanggotaannya [17]. Sedangkan, defuzzifikasi merupakan teknik yang mengubah variabel linguistik menjadi bentuk *crisp*. Terdapat banyak teknik dalam defuzzifikasi, antara lain *max-membership principle*, *weight average method*, *centre of sum*, *centroid method*, *centre of largest area*, *mean-max membership*, dan *first of maxima or last of maxima* [16].

G. Differencing

Differencing merupakan teknik guna menstasionerkan data. Stasioner sendiri bermakna bahwa fluktuasi data berada pada nilai rata-rata yang tetap di mana tidak bergantung, baik pada waktu maupun variasinya [18]. Adapun teknik *differencing* memiliki konsep mencari selisih antara observasi saat ini (Y_t) dengan observasi sebelumnya (Y_{t-1}) [19].

H. Fuzzy Time Series Tipe 1 Metode Chen (1996)

Metode Chen (1996) merupakan salah satu metode FTS Tipe 1 yang tergolong sederhana digunakan dibandingkan dengan metode FTS Tipe 1 lainnya. Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut [20]:

1. Tentukan semesta pembicaraan (U).

$$U = [D_{min} - D_1, D_{maks} + D_2] \tag{3}$$

dengan

- D_{min} : data terkecil
- D_{maks} : data terbesar
- D_1 : bilangan positif pertama
- D_2 : bilangan positif kedua

2. Tentukan panjang dan banyak interval.

$$p = \frac{D_{maks} - D_{min}}{\text{jumlah interval}} \tag{4}$$

dengan

- p : panjang interval

3. Membentuk dan mencari nilai tengah tiap subinterval.

$$m_i = \frac{\text{batas atas}_i + \text{batas bawah}_i}{2} \tag{5}$$

- dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$
 4. Definisikan himpunan *fuzzy*.

$$\begin{aligned} A_1 &= 1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + \dots + 0/u_n \\ A_2 &= 0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + \dots + 0/u_n \\ &\vdots \\ A_k &= 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + \dots + 0,5/u_{n-1} + 0/u_n \end{aligned} \tag{6}$$

Fuzzifikasi data akan dituliskan sebagai A_k apabila nilai keanggotaan maksimum data tersebut terletak pada himpunan *fuzzy* A_k .

5. Tentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG).
 6. Tentukan defuzzifikasi dan peramalan FTS Tipe 1.
 Beberapa aturan mengenai defuzzifikasi FTS Tipe 1 tertera pada Tabel 1.

TABEL 1. ATURAN DEFUZZIFIKASI FTS TIPE 1

| Kondisi | Peramalan |
|--|---|
| $A_i \rightarrow \emptyset$ | m_i |
| $A_i \rightarrow A_j$ | m_j |
| $A_i \rightarrow A_{j_1, j_2, \dots, j_k}$ | $\frac{m_{j_1} + m_{j_2} + \dots + m_{j_k}}{k}$ |

I. *Fuzzy Time Series Tipe 2*

Perhitungan dengan FTS Tipe 2 memiliki awal yang sama dengan perhitungan FTS Tipe 1. Adapun algoritma FTS Tipe 2 sebagai berikut [6]:

1. Pemodelan serupa dengan FTS Tipe 1, mulai dari penentuan semesta pembicaraan hingga menentukan FLR dan FLRG.
2. Definisikan himpunan *fuzzy* tipe 2.
3. Terapkan operator *intersection multiple* dan *union multiple*.

$$\vee_m (LHS_a, LHS_b, LHS_c, \dots) = (RHS_a \cup RHS_b \cup RHS_c \cup \dots) \tag{7}$$

$$\wedge_m (LHS_a, LHS_b, LHS_c, \dots) = (RHS_a \cap RHS_b \cap RHS_c \cap \dots) \tag{8}$$

dengan $LHS_a, LHS_b, LHS_c, \dots$ dan $RHS_a, RHS_b, RHS_c, \dots$ merupakan *Left-Hand Side* (LHS) dan *Right-Hand Side* (RHS) pada $FLRG_{a,b,c,\dots}$. Apabila terdapat kondisi di mana perhitungan menghasilkan nilai himpunan kosong (\emptyset), maka nilai tersebut akan digantikan dengan LHS pada variabel FTS Tipe 1.

$$\wedge_m (LHS_a, LHS_b, LHS_c, \dots) = \emptyset = LHS_x \tag{9}$$

dengan LHS_x merupakan LHS FTS Tipe 1.

4. Lakukan peramalan FTS Tipe 2. Peramalan FTS Tipe 2 didapatkan dengan mencari rata-rata peramalan dengan operator *union multiple* dan *intersection multiple* yang telah didefuzzifikasi.

$$defuzzification(t) = \frac{\sum_{q=1}^r defuzzification_q(t)}{r} \tag{10}$$

dengan r adalah total variabel FTS Tipe 2.

J. *Root Mean Square Error (RMSE)*

Kesalahan peramalan dapat dievaluasi menggunakan beberapa cara, salah satunya dengan metode RMSE. Adapun formula RMSE sebagai berikut [6]:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (actual(t) - defuzzification(t))^2}{n}} \tag{11}$$

dengan n merupakan banyaknya pengamatan.

K. Tahapan Analisis Data

Peramalan data harga saham PT. Gudang Garam Tbk. tahun 2021 dengan metode FTS dilakukan dengan menggunakan aplikasi Excel. Adapun tahapan yang dilalui ialah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data
2. Pembagian data menjadi dua bagian, yakni data *training* dan data *testing*. Data *training* mencakup data Bulan Januari – Oktober, sedangkan data *testing* mencakup data Bulan November dan Desember.
3. Perhitungan data dengan dua kelompok yang berbeda, yakni tanpa dan dengan teknik *differencing*. Pada kelompok yang menggunakan teknik tersebut, maka langkah awal ialah melakukan *differencing* selama satu kali.
4. Pemodelan peramalan FTS Tipe 1
5. Pemodelan peramalan FTS Tipe 2
6. Perhitungan nilai RMSE pada setiap metode
7. Menetapkan model yang direkomendasikan berdasarkan nilai RMSE terkecil.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

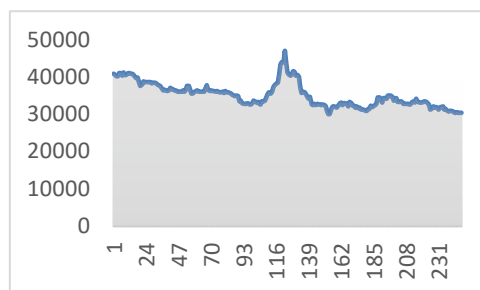
A. Data

Data saham yang dianalisis merupakan data satu tahun pada 2021 yang berjumlah sebanyak 247 data. Data dibagi menjadi dua bagian, yakni *data insample* pada Bulan Januari – Oktober dan data *outsample* pada Bulan November – Desember. Adapun cuplikan data yang digunakan termuat dalam Tabel 2.

TABEL 2. DATA PENELITIAN

| Tanggal | Data Aktual 1 (Close) | Diff 1 (Close) | Data Aktual 2 (High) | Diff 2 (High) | Data Aktual 3 (Low) | Diff 3 (Low) |
|------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|------------------|------------------------|-----------------|
| 4/1/2021 | 41000 | -275 | 41225 | -50 | 40600 | -25 |
| 5/1/2021 | 40725 | -375 | 41175 | -175 | 40575 | -500 |
| 6/1/2021 | 40350 | 0 | 41000 | -200 | 40075 | 225 |
| 7/1/2021 | 40350 | 900 | 40800 | 650 | 40300 | 75 |
| 8/1/2021 | 41250 | 0 | 41450 | 50 | 40375 | 625 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 26/12/2021 | 30525 | 150 | 30500 | 175 | 30625 | -25 |
| 27/12/2021 | 30675 | -25 | 30475 | 50 | 30800 | 175 |
| 28/12/2021 | 30650 | 0 | 30650 | -25 | 30850 | 0 |
| 29/12/2021 | 30650 | -50 | 30650 | -125 | 30825 | -100 |
| 30/12/2021 | 30600 | # | 30550 | # | 30700 | # |

B. Plot Data



GAMBAR 1. PLOT RUNTUN WAKTU VARIABEL CLOSE

Berdasarkan plot runtun waktu seperti pada Gambar 1, didapatkan bahwa data memiliki pola tren, di mana masuk dalam pola tidak stasioner. Penanganan pada kasus tidak stasioner dapat menggunakan teknik *differencing*. Dikarenakan pada FTS tidak ada syarat asumsi pola tertentu, maka akan dilakukan analisis dan perbandingan jika dengan dan menggunakan proses *differencing* dalam meramalkan harga saham PT. Gudang Garam Tbk. tahun 2021.

C. FTS Tipe 1 dan 2 tanpa Differencing

Langkah awal dalam analisis ialah menentukan semesta pembicaraan. Diketahui bahwa data memiliki data minimum dan maksimum berturut-turut sebesar 30200 dan 47250. Adapun nilai D_{min} dan D_{maks} secara berurut ditetapkan sebesar 5200 dan 2750. Oleh sebab itu, semesta pembicaraan yang terbentuk mulai dari 25000 hingga 50000. Selanjutnya, apabila semesta pembicaraan telah ditetapkan, maka dilakukan penentuan subinterval. Pada analisis kali ini menetapkan untuk menggunakan tiga macam interval, yaitu 25, 40, dan 50. Berdasarkan macam-macam interval yang terbentuk, maka panjang interval yang digunakan untuk analisis ini secara berurutan sebesar 1000, 625, dan 500.

Kemudian, apabila subinterval-subinterval telah terbentuk, maka dapat diperoleh masing-masing nilai tengahnya (m_i) dengan formula seperti pada (5). Sebagai contoh, analisis dengan banyak interval sebanyak 50 dan panjang intervalnya 500 tercantum pada Tabel 3. Nantinya, nilai tengah ini akan digunakan untuk mencari nilai peramalan.

TABEL 3. NILAI TENGAH SUBINTERVAL

| Himpunan Fuzzy | Subinterval | | Nilai Tengah (m_i) |
|----------------|-------------|------------|------------------------|
| | Batas Bawah | Batas Atas | |
| A_1 | 25000 | 25500 | 25250 |
| A_2 | 25500 | 26000 | 25750 |
| ... | ... | ... | ... |
| A_{49} | 49000 | 49500 | 49250 |
| A_{50} | 49500 | 50000 | 49750 |

Langkah selanjutnya ialah pendefinisian himpunan fuzzy. Apabila data memiliki nilai keanggotaan maksimum di A_1 , maka akan ditetapkan fuzzifikasi data tersebut sebagai A_1 , begitupun untuk fuzzifikasi lainnya. Adapun pendefinisian himpunan fuzzy dengan total 50 interval sebagaimana (12).

$$\begin{aligned}
 A_1 &= 1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + \dots + 0/u_{50} \\
 A_2 &= 0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + \dots + 0/u_{50} \\
 &\vdots \\
 A_{50} &= 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + \dots + 0,5/u_{49} + 1/u_{50}
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

Kemudian, memasuki tahap mem-fuzzifikasi data. Setiap data akan diklasifikasikan berdasarkan himpunan fuzzy yang sesuai. Pada tahap ini, data yang digunakan adalah data *close* yang berperan sebagai variabel FTS Tipe 1. Tabel 4 memperlihatkan beberapa hasil fuzzifikasinya.

TABEL 4. FUZZIFIKASI DATA CLOSE (INSAMPLE)

| Tanggal | Data Close | Fuzzifikasi |
|------------|------------|-------------|
| ... | ... | ... |
| 25/10/2021 | 33850 | A_{18} |
| 26/10/2021 | 34150 | A_{19} |
| 27/10/2021 | 34500 | A_{20} |
| 28/10/2021 | 33525 | A_{18} |
| 29/10/2021 | 33500 | A_{18} |

Pembentukan FLR dapat dilakukan bila fuzzifikasi pada data *insample* variabel FTS Tipe 1 telah dilakukan. FLR merupakan relasi yang disimbolkan dengan $A_i \rightarrow A_j$, di mana A_i merupakan fuzzifikasi data saat ini dan A_j merupakan fuzzifikasi satu data sebelumnya. Mengacu pada Tabel 4 yang berupa cuplikan beberapa fuzzifikasi yang telah diklasifikasi, maka FLR yang terbentuk, antara lain $A_{18} \rightarrow A_{19}$, $A_{19} \rightarrow A_{20}$, $A_{20} \rightarrow A_{18}$, dan $A_{18} \rightarrow A_{18}$. Berdasarkan beberapa FLR tersebut, maka FLRG yang dapat dibentuk, meliputi $A_{18} \rightarrow A_{19}, A_{18}; A_{19} \rightarrow A_{20};$ dan $A_{20} \rightarrow A_{18}$.

Apabila FLRG telah terbentuk, maka dapat dicari prediksi untuk FTS Tipe 1. Berbeda dengan penentuan FLR dan FLRG yang menggunakan data *insample*, prediksi data menggunakan data *outsample*. Di sini, setiap data *outsample* variabel *close* juga dilakukan fuzzifikasi. Kemudian, berdasarkan FLRG yang telah terbentuk di tahap sebelumnya dapat digunakan untuk mencari nilai peramalannya. Sebagai contoh, pada tanggal 12/11/2021, data *outsample* pada satu waktu sebelumnya, yakni pada tanggal 11/11/2021, sebesar 33325 sehingga termasuk himpunan *fuzzy* A_{17} . Berdasarkan FLRG yang telah terbentuk, himpunan *fuzzy* A_{17} memiliki FLRG seperti pada (13).

$$A_{17} \rightarrow A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{20} \tag{13}$$

Mengingat aturan pada Tabel 1, maka peramalan FTS Tipe 1 pada tanggal 12/11/2021 didapatkan dengan cara merata-rata nilai tengah dari himpunan *fuzzy* $A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}$ dan A_{20} . Adapun hasil yang didapatkan ialah $\frac{(32250+32750+33250+33750+34750)}{5} = 33350$.

Selanjutnya, memasuki analisis FTS Tipe 2 di mana memiliki dua variabel, yakni data *high* dan *low*. Serupa dengan mencari peramalan FTS Tipe 1, peramalan FTS Tipe 2 juga menggunakan data *outsample*. Setiap data *outsample* dalam kedua variabel dilakukan fuzzifikasi. Tabel 5 menunjukkan contoh fuzzifikasi pada tanggal 11 – 12 Desember 2021.

TABEL 5. FUZZIFIKASI DATA HIGH DAN LOW (OUTSAMPLE)

| Tanggal | Data High | Fuzzifikasi Data High | Data Low | Fuzzifikasi Data Low |
|------------|-----------|-----------------------|----------|----------------------|
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 11/11/2021 | 33800 | A_{18} | 32825 | A_{16} |
| 12/11/2021 | 33800 | A_{18} | 33350 | A_{17} |
| ... | ... | ... | ... | ... |

Setelah fuzzifikasi telah didapatkan, maka dilakukan peramalan dengan menggunakan operator *intersection multiple* (\wedge_m) dan *union multiple* (\vee_m). Peramalan dilakukan dengan memperhatikan fuzzifikasi data sebelumnya. Berdasarkan fuzzifikasi yang tertera pada Tabel 5, maka peramalan yang dapat dilakukan tertera pada Tabel 6.

TABEL 6. PERAMALAN DENGAN INTERSECTION MULTIPLE DAN UNION MULTIPLE

| Tanggal | Peramalan | Peramalan setelah \wedge_m | Peramalan setelah \vee_m |
|------------|---|------------------------------|--|
| ... | ... | ... | ... |
| 12/11/2021 | <i>Close</i> $A_{17} \rightarrow A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{20}$ <i>High</i> $A_{18} \rightarrow A_{17}, A_{18}, A_{19}, A_{20}$ <i>Low</i> $A_{16} \rightarrow A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}$ | A_{17}, A_{18} | $A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{19}, A_{20}$ |
| 15/11/2021 | <i>Close</i> $A_{18} \rightarrow A_{17}, A_{18}, A_{19}, A_{20}$ <i>High</i> $A_{18} \rightarrow A_{17}, A_{18}, A_{19}, A_{20}$ <i>Low</i> $A_{17} \rightarrow A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{20}$ | A_{17}, A_{18}, A_{20} | $A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{19}, A_{20}$ |
| ... | ... | ... | ... |

Berlaku juga untuk data *outsample* lainnya. Salah satu kasus yang dapat dijumpai ialah peramalan dengan *union multiple* menghasilkan himpunan kosong (\emptyset). Hal ini terjadi pada perhitungan di tanggal 20/12/2021, seperti pada (14).

$$\Lambda_m (A_{13}, A_{13}, A_{12}) = (A_{13}, A_{14}) \cap (A_{13}, A_{14}) \cap (A_{11}) = \emptyset \tag{14}$$

Dikarenakan hasilnya adalah \emptyset dan LHS FTS Tipe 1 adalah A_{13} , maka peramalan dengan *union multiple* pada tanggal 20/12/2021 menjadi A_{13} , sebagaimana aturan yang berlaku pada (9). Apabila defuzzifikasi *intersection* dan defuzzifikasi *union* telah didapatkan, maka peramalan FTS Tipe 2 dapat dihitung. Sebagai contoh pada tanggal 12/11/2021, hasil peramalan dengan Λ_m menghasilkan A_{17} dan A_{18} yang senilai dengan 33916,67 di mana didapatkan dari merata-ratakan nilai tengah dari himpunan *fuzzy* A_{17} dan A_{18} . Selanjutnya, hasil peramalan dengan V_m menghasilkan $A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{19}$, dan A_{20} , senilai dengan 33250 yang didapatkan dari merata-ratakan nilai tengah dari himpunan *fuzzy* $A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{19}$, dan A_{20} . Kemudian, hasil peramalan FTS Tipe 2 didapatkan dengan merata-rata defuzzifikasi dengan Λ_m dan V_m , sebagaimana pada (15).

$$defuzzifikasi(12/11) = \frac{33500 + 33250}{2} = 33375 \tag{15}$$

Maka, didapatkan bahwa peramalan dengan FTS Tipe 2 pada tanggal 12/11/2021 adalah sebesar 33375. Beberapa cuplikan peramalan FTS Tipe 1 dan 2 tertera pada Tabel 7.

TABEL 7. PERAMALAN FTS TIPE 1 DAN 2 TANPA *DIFFERENCING*

| Tanggal | Data Aktual | Peramalan FTS Tipe 1 | Peramalan Λ_m | Peramalan V_m | Peramalan FTS Tipe 2 |
|------------|-------------|----------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|
| 1/11/2021 | 33725 | 34000 | 34750 | 34250 | 34500 |
| 2/11/2021 | 33575 | 34000 | 34750 | 34250 | 34500 |
| ... | | | | | |
| 29/12/2021 | 30650 | 30250 | 30250 | 30250 | 30250 |
| 30/12/2021 | 30600 | 30250 | 30250 | 30250 | 30250 |

D. FTS Tipe 1 dan 2 dengan Differencing

Tahap awal dalam analisis ini serupa dengan sebelumnya, yakni menentukan semesta pembicaraan. Namun, berbeda dengan sebelumnya, semesta pembicaraan untuk FTS dengan *differencing* memiliki rentang yang lebih sempit karena didapatkan dengan mencari selisih dari data *close*. Berdasarkan nilai selisih tersebut, didapatkan bahwa nilai minimum dan maksimum secara berurutan sebesar -3300 dan 3050. Selanjutnya, ditetapkan nilai D_{min} dan D_{maks} sebesar 1200 dan 50, sehingga semesta pembicaraan yang terbentuk berisar mulai dari -4500 hingga 3100. Selanjutnya, dalam penentuan interval, digunakan tiga macam interval yang sama dengan sebelumnya, yakni 25, 40, dan 50. Berdasarkan semesta pembicaraan dan beberapa macam interval tersebut, maka panjang interval yang digunakan sebesar 304, 190, dan 152.

Langkah selanjutnya ialah mencari nilai tengah masing-masing subinterval, melakukan pendefinisian himpunan *fuzzy*, serta fuzzifikasi. Tahap ini memiliki cara yang persis dengan yang telah dilakukan sebelumnya. Namun, perlu diingat bahwa data yang digunakan saat ini adalah data *differencing*, sebagaimana termuat dalam Tabel 8.

TABEL 8. FUZZIFIKASI DATA *DIFF CLOSE* (INSAMPLE)

| Tanggal | Data Diff Close | Fuzzifikasi |
|------------|-----------------|-------------|
| ... | ... | ... |
| 25/10/2021 | 300 | A_{32} |
| 26/10/2021 | 350 | A_{32} |
| 27/10/2021 | -975 | A_{24} |
| 28/10/2021 | -25 | A_{30} |
| 29/10/2021 | 225 | A_{32} |

Mengacu pada Tabel 8, maka FLR yang dapat terbentuk, antara lain $A_{32} \rightarrow A_{32}, A_{32} \rightarrow A_{24}, A_{24} \rightarrow A_{30}$, dan $A_{30} \rightarrow A_{32}$. Kemudian, FLRG yang dapat dibentuk dari beberapa FLR tersebut meliputi $A_{24} \rightarrow A_{30}; A_{30} \rightarrow A_{32}$; serta $A_{32} \rightarrow A_{32}, A_{24}$.

Setelah seluruh FLRG didapatkan, maka dapat memasuki tahap peramalan sementara FTS Tipe 1 dengan menggunakan data *outsample* variabel *close*. Tahap ini diawali dengan fuzzifikasi variabel tersebut. Lalu, peramalan sementara dapat dilakukan dengan memperhatikan FLRG pada tahap sebelumnya. Sebagai contoh, pada tanggal 12/11/2021 dengan memperhatikan data pada tanggal 11/11/2021, yakni sebesar 325 di mana termasuk himpunan *fuzzy* A_{32} . Adapun himpunan *fuzzy* A_{32} memiliki FLRG seperti pada (16).

$$A_{32} \rightarrow A_{24}, A_{25}, A_{27}, A_{28}, A_{29}, A_{30}, A_{32}, A_{33}, A_{35}, A_{38} \tag{16}$$

Berdasarkan aturan pada Tabel 1, maka hasil sementara diffuzifikasi FTS Tipe 1 pada tanggal 12/11/2021 adalah $\frac{(-928 + -776 + -472 + -320 + -168 + -16 + 288 + 440 + 744 + 1200)}{10} = -0,8$. Angka ini bukanlah hasil peramalan FTS Tipe 1 yang sesungguhnya karena hasil ini belum dikembalikan ke data awal, mengingat perhitungan kali ini menggunakan selisih atau *differencing*.

Kemudian, berkaitan dengan analisis FTS Tipe 2 yang juga menggunakan dua variabel seperti sebelumnya, yakni data *high* dan *low*. Masing-masing data *outsample* variabel-variabel tersebut di-fuzzifikasi, sebagai contoh pada Tabel 9.

TABEL 9. FUZZIFIKASI DATA *DIFF HIGH DAN LOW* (OUTSAMPLE)

| Tanggal | Data <i>Diff High</i> | Fuzzifikasi <i>Diff High</i> | Data <i>Diff Low</i> | Fuzzifikasi <i>Diff Low</i> |
|------------|-----------------------|------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 11/11/2021 | 0 | A_{30} | 525 | A_{34} |
| 12/11/2021 | -50 | A_{30} | -25 | A_{30} |
| ... | ... | ... | ... | ... |

Setelah di-fuzzifikasi, ketiga variabel digunakan untuk mencari peramalan dengan *intersection multiple* (Λ_m) dan *union multiple* (V_m). Kemudian, dengan memperhatikan fuzzifikasi pada data sebelumnya, fuzzifikasi yang telah didapatkan pada Tabel 9 digunakan untuk mencari peramalan sebagaimana yang tertera pada Tabel 10.

TABEL 10. PERAMALAN DENGAN *INTERSECTION MULTIPLE* DAN *UNION MULTIPLE* DENGAN DATA *DIFF*

| Tanggal | Peramalan | Peramalan setelah Λ_m | Peramalan setelah V_m |
|------------|---|--|--|
| ... | ... | ... | ... |
| 12/11/2021 | <i>Close</i> $A_{32} \rightarrow A_{30}, A_{38}, A_{32}, A_{27}, A_{28}, A_{35}, A_{33}, A_{29}, A_{25}, A_{24}$ <i>High</i> $A_{30} \rightarrow A_{36}, A_{25}, A_{33}, A_{29}, A_{31}, A_{30}, A_{28}, A_{24}, A_{32}, A_{50}, A_{27}, A_{34}$ <i>Low</i> $A_{34} \rightarrow A_{34}, A_{29}, A_{17}, A_{21}$ | A_{29} | $A_{24}, A_{25}, A_{27}, A_{28}, A_{29}, A_{30}, A_{31}, A_{32}, A_{33}, A_{34}, A_{35}, A_{36}, A_{38}, A_{50}$ |
| 15/11/2021 | <i>Close</i> $A_{28} \rightarrow A_{28}, A_{30}, A_{31}, A_{32}, A_{29}, A_{26}, A_{33}, A_{34}, A_{21}, A_{23}$ <i>High</i> $A_{30} \rightarrow A_{36}, A_{25}, A_{33}, A_{29}, A_{31}, A_{30}, A_{28}, A_{24}, A_{32}, A_{50}, A_{27}, A_{34}$ <i>Low</i> $A_{30} \rightarrow A_{36}, A_{25}, A_{33}, A_{29}, A_{31}, A_{30}, A_{28}, A_{24}, A_{32}, A_{50}, A_{27}, A_{34}$ | $A_{28}, A_{30}, A_{31}, A_{32}, A_{29}, A_{33}, A_{34}$ | $A_{21}, A_{23}, A_{24}, A_{25}, A_{26}, A_{27}, A_{28}, A_{29}, A_{30}, A_{31}, A_{32}, A_{33}, A_{34}, A_{36}, A_{50}$ |
| ... | ... | ... | ... |

Apabila terdapat kasus di mana hasil peramalan dengan *intersection multiple* menghasilkan himpunan kosong (\emptyset), maka berlaku aturan sebagaimana pada (9). Selanjutnya, berdasarkan hasil pada Tabel 10, dapat dicari peramalan sementara FTS Tipe 2. Sebagai contoh, pada tanggal 12/22/2021, defuzzifikasi *intersection multiple* menghasilkan nilai sebesar -168 yang didapatkan nilai tengah himpunan *fuzzy* A_{29} . Selanjutnya, defuzzifikasi *union multiple* menghasilkan nilai sebesar 331,49 yang didapatkan dari meratakan nilai himpunan *fuzzy* $A_{24}, A_{25}, A_{27}, A_{28}, A_{29}, A_{30}, A_{31}, A_{32}, A_{33}, A_{34}, A_{35}, A_{36}, A_{38}$, dan A_{50} .

Kemudian, berdasarkan angka-angka yang diperoleh tersebut, hasil peramalan sementara FTS Tipe 2 sebagaimana pada (17).

$$defuzzifikasi(12/11) = \frac{-168 + 331,49}{2} = 81,71 \tag{17}$$

Hasil defuzzifikasi pada tanggal 12/11/2021 yang didapatkan sebesar 81,71. Angka ini bukanlah angka peramalan FTS 2 yang sesungguhnya karena hasil ini belum dikembalikan ke data awal, mengingat perhitungan kali ini menggunakan selisih atau *differencing*.

Jika seluruh peramalan sementara, baik FTS Tipe 1 maupun 2 telah didapatkan, maka langkah selanjutnya ialah mengembalikannya kembali ke bentuk semula. Hal ini disebabkan karena pada tahap awal, data yang digunakan ialah data selisih atau *differencing* sehingga perlu mengembalikan selisih tersebut untuk mendapatkan nilai peramalan yang sesungguhnya. Adapun pengembalian selisih tersebut sebagaimana pada Tabel 11.

TABEL 11. PERAMALAN FTS TIPE 1 DAN 2 DENGAN *DIFF*

| Tanggal | Data Aktual (<i>Close</i>) | Peramalan FTS Tipe 1 Sementara (<i>Differencing</i>) | Peramalan FTS Tipe 2 Sementara (<i>Differencing</i>) | Peramalan FTS Tipe 1 (<i>final</i>) | Peramalan FTS Tipe 1 (<i>final</i>) |
|------------|------------------------------|--|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 11/11/2021 | 33325 | 725 | 180,71 | 33550 | 33005,71 |
| 12/11/2021 | 33650 | -0,8 | 81,71 | 33324,2 | 33406,71 |
| 15/11/2021 | 33400 | -213,6 | 54,93 | 33436,4 | 33704,93 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |

E. Evaluasi Peramalan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, evaluasi peramalan dengan menggunakan RMSE didapatkan hasil sebagaimana Tabel 12.

TABEL 12. PERBANDINGAN EVALUASI PERAMALAN

| Jenis | Interval | | Peramalan | |
|----------------------------|----------|---------|------------|------------|
| | Jumlah | Panjang | FTS Tipe 1 | FTS Tipe 2 |
| Tanpa <i>differencing</i> | 25 | 1000 | 555,59 | 547,61 |
| | 40 | 625 | 451,98 | 448,64 |
| | 50 | 500 | 540,98 | 568,09 |
| Dengan <i>differencing</i> | 25 | 304 | 374,44 | 327,45 |
| | 40 | 190 | 375,56 | 362,64 |
| | 50 | 152 | 405,07 | 378,19 |

Berdasarkan Tabel 12, didapatkan hasil bahwa peramalan dengan metode FTS Tipe 2 cenderung memberikan hasil yang lebih baik karena menghasilkan nilai eror peramalan lebih kecil dibandingkan dengan metode FTS Tipe 1. Hal ini selaras dengan penelitian FTS Tipe 1 dan 2 pada [6], di mana peramalan dengan FTS Tipe 2 memberikan hasil yang lebih baik. Selain itu, penerapan teknik *differencing* sebanyak satu kali pada data berpola tren juga menghasilkan nilai eror peramalan yang lebih baik dibandingkan dengan yang tidak menggunakannya. Hal ini sejalan dengan penelitian pada [5], di mana penggunaan *differencing* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan apabila tidak menggunakannya.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

Model peramalan harga saham PT. Gudang Garam Tbk. menggunakan FTS Tipe 1 dan 2 tanpa *differencing* dilakukan dengan mencoba tiga macam interval, yakni 25, 40, dan 50. Masing-masing interval

tersebut memiliki panjang interval secara berurut sebesar 1000, 625, dan 500. Sementara itu, model peramalan harga saham PT. Gudang Garam Tbk. dengan menggunakan FTS Tipe 1 dan 2 dengan *differencing* dilakukan menggunakan tiga macam interval yang serupa dengan model peramalan tanpa teknik *differencing*, tetapi panjang interval yang berbeda. Adapun panjang interval yang digunakan secara berurut sebesar 304, 190, dan 152. Berdasarkan evaluasi eror yang dilakukan, model peramalan FTS Tipe 2 menggunakan teknik *differencing* sebanyak satu kali dengan 25 macam interval menghasilkan nilai RMSE paling kecil di antara yang lainnya, yakni sebesar 327,45, sehingga model ini lebih direkomendasikan daripada model lainnya.

Saran untuk penelitian ke depannya ialah diharapkan dapat lebih bereksplorasi lagi dalam analisis FTS ini, khususnya dalam penentuan interval. Penggunaan variabel yang lebih banyak dalam analisis FTS Tipe 2 juga dapat dilakukan guna membuat hasil semakin akurat. Selain itu, peramalan *hybrid* dengan membandingkan hasil analisis menggunakan metode FTS dengan metode lainnya, misal ARIMA, juga dapat menjadi pertimbangan untuk melakukan perbandingan yang lebih luas terkait metode-metode dalam analisis runtun waktu sehingga tidak terpaku hanya pada metode FTS.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang-orang yang telah mendukung serta membantu dalam menyelesaikan penelitian ini, baik orang tua, teman-teman yang senantiasa hadir memberikan warna suka duka selama penyusunan penelitian ini, serta *reviewer* yang telah memberikan saran dan masukan untuk menyempurnakan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kwanda, T. (2004). Pengembangan Kawasan Industri di Indonesia. *Journal of Architecture and Built Environment*, 28(1), 54 – 61.
- [2] Sihombing, P. R. & Arsani, A. M. (2020). Pengaruh Tingkat Pendidikan, Tingkat Kesejahteraan dan Penghasilan Terhadap Konsumsi Rokok Harian dari Penduduk Dewasa di Indonesia Tahun 2015. *Bapennas Working Papers*, 3(1), 75 – 87.
- [3] Winata, H. & Hapsari, Y. D. (2017). Penggunaan Metode Threshold Garch Dalam Memprediksi Harga Saham PT. Gudang Garam, Tbk. *Jurnal Optimum*, 7(1), 59 – 70.
- [4] Panjaitan, H., Prahutama, A., & Sudarno. (2018). Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Menggunakan Metode ARIMA, Intervensi dan ARFIMA (Studi Kasus: Penumpang Kereta Api Kelas Lokal Ekonomi DAOP IV Semarang). *Jurnal Gaussian*, 7(1), 96 – 109.
- [5] Anggriningrum, D. P., Hendikawati, P., & Abidin, Z. (2013). Perbandingan Prediksi Harga Saham dengan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dan ARIMA. *Unnes Journal of Mathematics*, 2(2), 104 – 109.
- [6] Huarng, K. & Yu, H. K. (2005). A Type 2 Fuzzy Time Series Model for Stock Indexforecasting. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 353, 445-462.
- [7] Rahmah, E. H. O. & Irawan, M. I. (2019). Penerapan Fuzzy Time Series dalam Peramalan Nilai kWh Listrik Golongan Tarif Rumah Tangga di Jawa Timur. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 8(1), hal. 45 – 51.
- [8] Fauziah, N., Wahyuningsih, S., & Nasution, Y. N. (2016). Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen (Studi Kasus: Curah Hujan Kota Samarinda). *Statistika*, 4(2), hal. 52 – 61.
- [9] Ramadhan, M. R., Tursina, T., & Novriando, H. (2020). Implementasi Fuzzy Time Series pada Prediksi Jumlah Penjualan Rumah. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, 8(4), 418 – 423.
- [10] Vivianti, V., Aidid, M. K., & Nusrang, M. (2020). Implementasi Metode Fuzzy Time Series untuk Peramalan Jumlah Pengunjung di Benteng Fort Rotterdam. *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, 2(1), hal. 1 – 12.
- [11] Hartisa, A. L., Suprajitno, A., & Arifin, B. (2022). Peramalan Data Pengukuran Pergeseran Tanah Jalur Kereta Api Menggunakan Metode Fuzzy Time Series. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal)*, 6(2), hal. 32 – 41.
- [12] Ekananta, Y., Muflikhah, L., & Dewi, C. (2018). Penerapan Metode Average-Based Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Konsumsi Energi Listrik Indonesia. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(3), hal. 1283 – 1289.
- [13] Hanke, J. E. & Wichern D.W. (2005). *Business Forecasting*. London: Pearson Education
- [14] Elfajar, A. B., Setiawan, B. D., & Dewi, C. (2017). Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1(2), 85 – 94.
- [15] Williams, J. K. 2009. *Introduction to Fuzzy Logic*. In *Artificial Intellegent Methods in the Environment Sciences*. Dordrecht: Springer.
- [16] Sivanandam, S. N., Sumathi, S., & Deepa, S.N. (2007). *Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB*. Berlin: Springer.
- [17] Taufiq, G. (2016). Implementasi Logika Fuzzy Tahani untuk Model Sistem Pendukung Keputusan Evaluasi Kinerja Karyawan. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 12(1), 12 – 20.
- [18] Arumsari, M. & Dani, A. T. R. D. (2021). Peramalan Data Runtun Waktu Menggunakan Model Hybrid Time Series Regression-Autoregressive Integrated Moving Average. *Jurnal Siger Matematika*, 2(2), 1 – 12.

- [19] As'ad, M., Wibowo, S. S., & Sophia, E. (2017). Peramalan Jumlah Mahasiswa Baru dengan Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). *JIMP (Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan)*, 2(3), 20 – 22.
- [20] Chen, S. M. (1996). Forecasting Enrollments Based On Fuzzy Time Series. *Fuzzy Sets and System*, 81(3), 311 – 319.